

北海道産木本17種を用いた道路法面の植栽試験 — 樹種特性からみた植栽の確実性 —

長坂晶子¹・長坂 有¹・鈴木 玲²・小野寺賢介³・今 博計¹

Revegetation experiment using 17 tree species in the cut slopes

Akiko NAGASAKA¹, Yu NAGASAKA¹, Akira SUZUKI²,
Kensuke ONODERA³ and Hirokazu KON¹

要 旨

生育環境が厳しい道路法面において、木本緑化の確実性を向上させ、かつより多くの道産樹種について法面緑化への適用可能性を調べることを目的として、北海道内に自生する17種の木本植栽試験を行った。3年後の生残率と相対樹高成長率（RHGR）によって法面への適応性を検討したところ、裸苗・ビニルポット苗・紙ポット苗の中では裸苗・ビニルポット苗で良い活着が得られた。

3年後生残率とRHGRの関係から、生残率75%以上、RHGRが0.2以上の樹種（タニウツギ、アキグミ、ムラサキシキブ、キタゴヨウ、イボタノキ、エゾヤマハギ）は緑化材料として大いに期待できる樹種と判断された。また急斜面という立地を考えれば、多幹になりやすい樹種（タニウツギ、ムラサキシキブ、アキグミ、ヒメヤシャブシ、エゾヤマハギ）によるグランドカバーとしての機能も今後期待できるだろう。本試験により北海道南部の郷土樹種としては、ムラサキシキブ、キタゴヨウ、ワタゲカマツカが新たな緑化材料として活用できる可能性が示唆された。

キーワード： 郷土樹種、法面緑化、生残率、相対樹高成長率（RHGR）

はじめに

道路法面は表土が薄く急勾配である等、樹木の植栽にはきわめて厳しい条件をもっている。しかし近年は草本種子の吹きつけや張芝等による緑化以外に、最初から木本を導入して緑化を図ろうという試みが報告されるようになってきた（小畑，2006；福田，2007）。これは根系の競合などにより草本定着後に木本を導入することが難しいこと、外来性草本の導入への疑問視など、緑化を取り巻く社会的、技術的状況が変化している（日本緑化工学会，2002；小林，2006）ことを反映したものと見える。

法面への木本導入は、前述したとおり環境劣悪地への植栽を意味している。このため従来よく用いられてきたのは、空中窒素を固定できる、いわゆる肥料木とよばれる樹種である（吉田・森本，2005）。しかし環境林造成の分野でも、苗木の地域性や生物多様性の確保などへの関心が高まっており（斜面緑化研究部

¹ 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-0198

² 雪印種苗株式会社 環境緑化部環境植生課 Snow Brand Seed Co., Ltd. Environmental Enhancement and Landscaping Division, Sapporo, Hokkaido, 004-8531

³ 北海道立林業試験場道南支場 Hokkaido Forestry Research Institute Dounan Branch Station, Kikyo, Hakodate, Hokkaido 041-0801

[北海道林業試験場研究報告 第45号 平成20年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.45, March 2008]

会, 2004), 植栽試験の報告例が徐々に増えつつある(谷中ほか, 2004; 中山ほか, 2005; 斎藤ほか, 2007)。今回試験対象とした北海道渡島半島域は, ブナの自生北限域としてよく知られるが, それ以外にも本州(北東北)と北海道それぞれに主な分布域をもつ樹木が生育しており, 植生帯の境界領域として独特の自然景観を有している。近年の「生物多様性に配慮した森づくり」の目標を達成するためには, 道内一律で樹種選定を図るのではなく, 生態的に意味のある地域区分(ecoregion)ごとに植栽地のデザインがなされるべきであろう。

これらのことを踏まえ, 本研究では生育環境が厳しい道路法面において, 木本緑化の確実性を向上させることを目的として, ①育苗方法の違いにより定着・成長に違いがあるか, ②草本の繁茂を抑制するためのマルチングには効果があるか, ③従来よく用いられてきたマメ科あるいはハンノキ属など肥料木以外の新たな緑化材料を, とくに北海道渡島半島域の自生種のなかに見いだせるかどうか, の三点に注目して植栽試験を行った。成長に関しては, Ishimaru et al. (2005)の報告にもあるように, 樹種によって植栽直後と数年経過後で異なる反応を示すことから, 植栽当年と3年目の相対樹高成長率(RHGR)をそれぞれ算出し, 法面植栽への適応性を検討することとした。本報告は, 函館市近郊という地域的な事例を扱ったものであるが, 同じ条件で同一の時期にこれだけ多様な樹種の植栽試験を実施した例はほとんどなく, 資料的価値も高いものと考えられる。

材料と方法

植栽試験は, 函館市と七飯町の境界にあたり, 函館新道に隣接した建築副産物一時保管所(所管: 函館開発建設部)の切り土法面に実施した。法面は吹き付け資材が5 cmほどの厚さで表層を覆うだけで, その下は基岩となっており, 基岩と吹き付け資材の間にラス張り工(金網張り工)が施工されている。法面の斜度は平均して30度とかなり急である。

植栽に用いた苗木は, 北海道自生の木本17種(うち針葉樹1種)の1年生苗木である(表-1)。このうち, 北海道内における生育分布が道央以南(または十勝以西), あるいは渡島半島域に主な分布域をもち, かつ従来の法面緑化にほとんど使用されていない樹種として, ブナ, クリ, アカシデ, ワタゲカマツカ, リョウブ, ムラサキシキブ, クサギ, キタゴヨウの8種, 全道に分布するが同様に法面緑化にあまり使用されていない樹種として, イタヤカエデ, キツネヤナギ, アオダモ, イボタノキ, ヒメヤシャブシ(道内ではほとんど植栽報告がない), の5種を選定し用いた。これらに加え, 環境林造成の事例がある樹種として, ミズナラ, タニウツギ, エゾヤマハギ, アキグミの4種を用い, 比較の際の検討材料とした。17種のうち, 窒素固定能力がある, いわゆる肥料木を3種(ヒメヤシャブシ, エゾヤマハギ, アキグミ)含んでいる。

植栽試験には, 苗畑で通常通り育苗した苗木のほか, ペーパーポット, ビニルポットで育成した苗木を用意し(これ以降, それぞれ裸苗, 紙ポット苗, ビニルポット苗と呼ぶ), 2002年4月17~18日, 苗木が開葉する前に植栽した。地表面の処理として, マルチングを施すものと何もしないものの2処理を行った。マルチングには, 木質系の短繊維をマット状に織った円形のシート(厚さ1 cm, 半径20 cm)を用いた。ただし, 樹種が多かったため全ての樹種について3つの組み合わせとマルチングを用意することは出来ず, 最終的に裸苗: 11樹種, 紙ポット: 6樹種, ビニルポット: 9樹種となった。内訳の詳細は表-1のとおりである。

植栽にあたって裸苗は, 植栽直前に苗畑から掘り取り, 根に土が付いたままの状態ではビニール袋に入れ乾燥させないように留意しながら運搬した。紙ポットは1つの鉢が直径3 cm, 長さ約15 cmの筒状のもので, 水溶性の糊で相互に接着されており, 移植時に一本ずつ分離出来るようになっているタイプを用いた。プラスチック製のトレーにこの紙鉢を広げて土を入れ, 播種から育苗までこの状態で行い, これをトレーご

表一 1 使用した樹種と北海道内における分布域、苗木の概要

Table 1 Sapling information of the seventeen tree species examined in this study and their distribution area within Hokkaido. “-” indicates saplings without any treatments.

樹種	北海道内の分布域*	育苗方法	マルチの有無 with or without mulching	供試本数**	
Species	Distribution within Hokkaido	Types of sapling		Number of total saplings	
ブナ	<i>Fagus crenata</i> 黒松内低地帯以南 The southern side of the Kuromatsunai-low ground belt	裸苗	—	59	
		紙ポット苗 paper pot	—	59	
			有 mulching	30	
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	裸苗	—	30	
ミズナラ	<i>Quercus crispula</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	裸苗	—	30	
クリ	<i>Castanea crenata</i> 道央以南 The southern side of central Hokkaido	ビニルポット苗 vinyl pot	—	30	
			—	60	
アカシデ	<i>Carpinus laxiflora</i> 南空知以南 The southern side of the southern Sorachi district	裸苗	—	58	
キツネヤナギ	<i>Salix vulpina</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	裸苗	—	28	
キタゴヨウ	<i>Pinus parviflora</i> 十勝西部以西 The western side of the western Tokachi district	裸苗	—	有 mulching	30
ワタゲカマツカ	<i>Pourthiaea villosa</i> 日高以南 The southern side of the Hidaka district	裸苗	—	—	60
リョウブ	<i>Clethra barbinervis</i> 南部（渡島半島） The south area (The Oshima peninsula)	裸苗	—	—	29
			有 mulching	30	
アオダモ	<i>Fraxinus lanuginosa</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	裸苗	—	—	30
			有 mulching	29	
ヒメヤシャブシ	<i>Alnus pendula</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	裸苗	—	—	60
			有 mulching	29	
		紙ポット苗 paper pot	—	—	59
			有 mulching	30	
		ビニルポット苗 vinyl pot	—	—	60
タニウツギ	<i>Weigela hortensis</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	ビニルポット苗 vinyl pot	有 mulching	30	
		紙ポット苗 paper pot	有 mulching	30	
イボタノキ	<i>Ligustrum obtusifolium</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	ビニルポット苗 vinyl pot	有 mulching	30	
		紙ポット苗 paper pot	有 mulching	30	
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i> 南部（渡島半島） The south area (The Oshima peninsula)	裸苗	—	—	30
		紙ポット苗 paper pot	—	—	59
			有 mulching	30	
		ビニルポット苗 vinyl pot	—	—	60
クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i> 道央以南 The southern side of central Hokkaido	ビニルポット苗 vinyl pot	有 mulching	30	
			有 mulching	30	
エゾヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i> 北海道全域 Whole area of Hokkaido	紙ポット苗 paper pot	—	—	30
			有 mulching	30	
		ビニルポット苗 vinyl pot	—	—	30
アキグミ	<i>Elaeagnus umbellata</i> 西部 The western area	ビニルポット苗 vinyl pot	—	—	30
			有 mulching	30	

*佐藤(1990)による

**植栽後、開葉しなかった苗木を除いた本数で、3箇所の試験地の合計の本数を表す。

と現地まで運搬した。ビニルポットは園芸用黒色ビニルポット（φ10.5cm×10cm）を用い、紙ポットと同様にポットに直接播種・育苗を行ったものを用いた。植栽時には、樹種・処理（育苗方法の別・マルチングの有無）ごとに1列となるよう植栽し、17種で合計37処理の試験区を斜面の3箇所に設定した（写真一



写真-1 植栽試験地遠景 (2002年4月18日)。丸く見えるのがマルチング。
 Pict.1 The landscape of experimental site photographed in April 18th, 2002. Multings are shown as round sheets.

1)。表土がきわめて薄く、基岩より深く植穴を掘ることは出来なかったが、吹き付けられた草本がマット状に生育しており、表土マットと基岩の間に苗木の根系を挟み込み、苗畑から持ち込んだ土で隙間を充填するなどして根系が露出しないように植栽した。各列は原則20本で1列となるように植栽したが、苗木の数が十分に確保できず、やむを得ず1列10本とした処理も生じた。この場合も苗間は20本1列の処理と同じとし、試験区上端から斜面の中央部まで10本を植栽した。後述する統計解析では、3箇所のデータを全て合わせて用いた。

植栽した苗木は植栽1ヶ月後の5月に活着を確認した。その際に開葉が認められなかった苗木は、苗木の不備もしくは植栽時の人為的なミスとみなして計測から除き、2002年(植栽当年)11月、2003、2004年のそれぞれ10月に生残確認と苗高計測を行った。植栽時のサイズが樹種間、処理間で異なったため、相対樹高成長率(RHGR)を次式から求め、植栽当年(2002年5月~11月)および3生育期目(2003年秋~2004年秋)のRHGR、植栽から3年後の生残本数を比較することとした。

$$RHGR = \ln H\alpha - \ln H\beta$$

このとき、 $H\alpha$ 、 $H\beta$ はそれぞれ期末と期首の樹高を示す。

全ての樹種について処理を揃えることは出来なかったため、育苗方法の違いのみで比較した組み合わせ(①裸苗vs.紙ポット苗:ブナ、②裸苗vs.ビニルポット苗:ミズナラ、③ビニルポット苗vs.紙ポット苗:タニウツギ、イボタノキ、エゾヤマハギ)とマルチの有無のみで比較した組み合わせ(ブナ、リョウブ、アオダモ、エゾヤマハギ・紙ポット苗、エゾヤマハギ・ビニルポット苗、アキグミ・ビニルポット苗)については、樹種内の2群の平均RHGR値をt検定によって比較した。また、ヒメヤシャブシについては全ての処理が、ムラサキシキブについても裸苗+マルチングの有無以外の全ての処理ができたため、この2樹種については、それぞれ一元配置分散分析(ANOVA)を行い、全体の群間で有意差が認められた場合にScheffeの方法による多重比較を行った。また、各処理の本数が多くなかったため、処理間での生残本数の検定にはFisherの正確確率検定を用いた。

表-2 育苗方法の違い、マルチの有無による3生育期目の生残本数の比較、それぞれの樹種について、育苗方法の違い、あるいはマルチの有無による生残数・死亡数の生起する割合をFisherの正確確率検定によって検定した。

Table.2 Comparison of sapling survival rates after 3 years from planting with difference in types of saplings and with presence or absence of mulching using Fisher's exact test.

比較の目的 Purpose of comparison	樹種 Species		処 理 Treatment		苗木の本数 Number of saplings		Fisherの正確確率 検定の結果 Results of Fisher's exact test			
			育苗方法の違い Types of saplings	マルチの有無 with or without mulching	生残数 Survival	死亡数 Dead				
育苗方法 Types of saplings	ブナ	<i>F. crenata</i>	裸苗	-	28	31	p = 0.00000			
			紙ポット	paper pot	2	57				
	ミズナラ	<i>Q. crispula</i>	裸苗	-	24	26			n.s.	p = 0.254
			ビニルポット	vinyl pot	28	22				
	タニウツギ	<i>W. hortensis</i>	ビニルポット	vinyl pot	30	0			p = 0.0019	
			紙ポット	paper pot	21	9				
イボタノキ	<i>L. obtusifolium</i>	ビニルポット	vinyl pot	23	7	n.s.	p = 1.000			
		紙ポット	paper pot	22	8					
エゾヤマハギ	<i>L. bicolor</i>	ビニルポット	vinyl pot	23	7	n.s.	p = 0.506			
		紙ポット	paper pot	26	4					
マルチの有無 Presence or absence of mulching	ブナ	<i>F. crenata</i>	紙ポット	paper pot	-	2	57	n.s.	p = 1.000	
					mulching	1	29			
	リョウブ	<i>C. barbinervis</i>	裸苗	-	-	1	28	n.s.	p = 0.052	
					mulching	7	23			
	アオダモ	<i>F. lamuginosa</i>	裸苗	-	-	3	27	n.s.	p = 0.181	
					mulching	7	22			
	エゾヤマハギ	<i>L. bicolor</i>	紙ポット	paper pot	-	26	4	n.s.	p = 1.000	
mulching					27	3				
エゾヤマハギ	<i>L. bicolor</i>	ビニルポット	vinyl pot	-	23	7	n.s.	p = 1.000		
				mulching	22	8				
アキグミ	<i>E. umbellata</i>	ビニルポット	vinyl pot	-	28	2	n.s.	p = 0.491		
				mulching	30	0				

結 果

表-2に育苗方法の違い、マルチの有無による植栽3年後の生残本数、死亡本数を示した。育苗方法の違いで差があったのは、ブナ（裸苗vs.紙ポット苗）とタニウツギ（ビニルポット苗vs.紙ポット苗）で、いずれも紙ポット苗の生残本数の割合が低くなった。それ以外のミズナラ（裸苗vs.ビニルポット苗）、イボタノキ・エゾヤマハギ（ビニルポット苗vs.紙ポット苗）については、育苗方法の違いに関わらず本数割合に違いは認められなかった。またマルチの有無は比較した全てについて、生残本数割合に影響を及ぼしていなかった。

これらの組み合わせについて、図-1に育苗方法の違い、図-2にマルチの有無による植栽初期（2002年）と後期（2004年）のRHGRを示した。RHGRが負の値を示しているのは、枯れ下がりによる樹高の減少を表している。

初期RHGRが負の値を示したのはミズナラ・ビニルポット苗、タニウツギ・ビニルポット苗、イボタノキ・紙ポット苗で、それぞれ比較した裸苗、紙ポット苗、ビニルポット苗との差が有意であった。このうちタニウツギ・ビニルポット苗、イボタノキ・紙ポット苗は後期RHGRが正に転じ、とくにタニウツギは育苗方法の違いによる差は認められなくなった。一方イボタノキ・紙ポット苗は、後期RHGRは回復したものの、依然ビニルポット苗に比べ有意に低い結果となった。ミズナラはビニルポット苗で後期RHGRが低い傾向が認められたが有意ではなかった。一方、エゾヤマハギは初期成長が旺盛でとくにビニルポット苗の初期RHGRが高く、紙ポット苗との差が有意だった。後期RHGRでは差はなくなった。

またマルチの有無で比較した場合には、どの組み合わせでも初期・後期いずれのRHGRも差は認められなかった（図-2）。

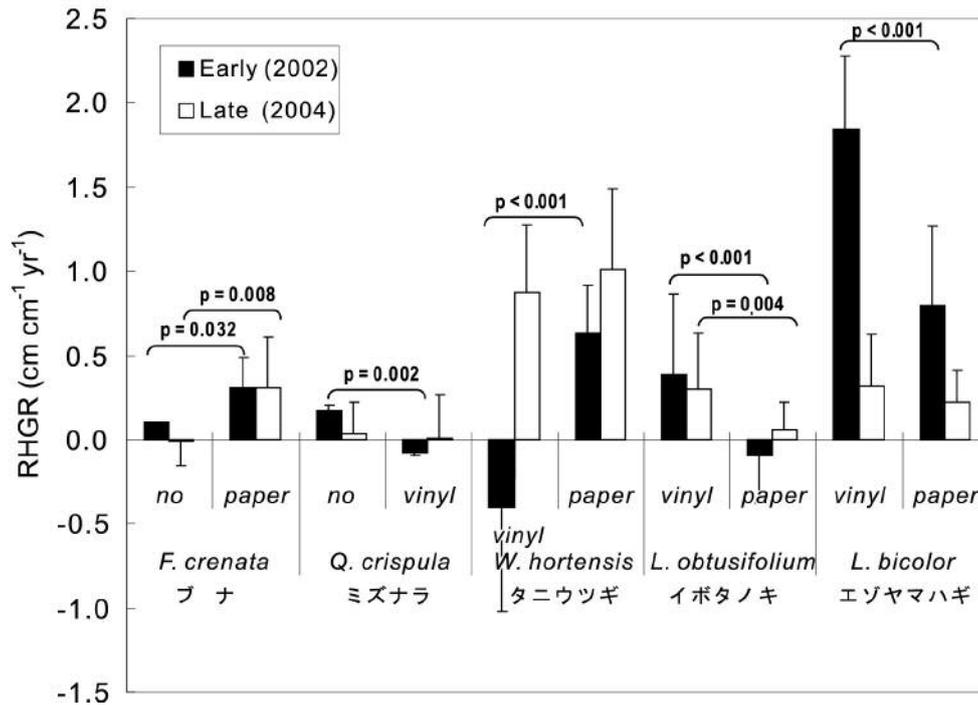


図-1 植栽当年（2002年）と3生育期目（2004年）の相対樹高成長率（RHGR）の育苗方法の違いによる比較。それぞれの樹種について、育苗方法の違いによる2群の組み合わせをt検定によって比較した。図中、統計的に有意（ $p < 0.05$ ）と判断された組み合わせについてはp値を示した。

Fig.1 Comparison of sapling RHGR(Early period: 2002 and Late period: 2004) with differences in types of sapling. The statistical difference was determined by Students' *t* test. Difference with $p < 0.05$ was considered significant and *p*-values were also shown in the figure.

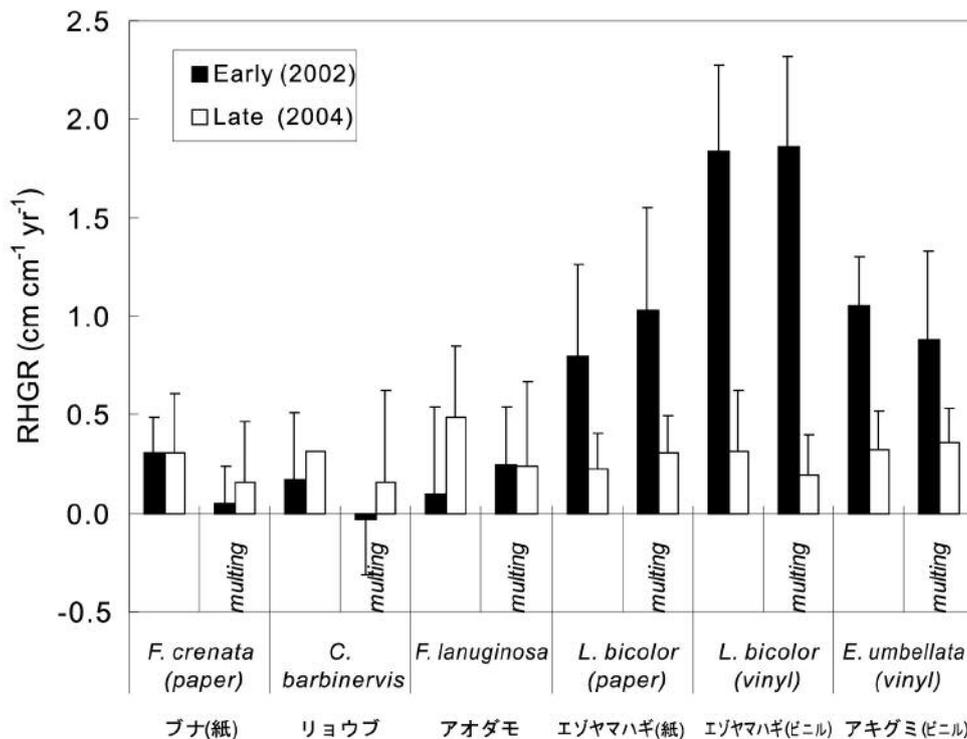


図-2 植栽当年（2002年）と3生育期目（2004年）の相対樹高成長率（RHGR）のマルチの有無による比較。それぞれの樹種について、マルチの有無による2群の組み合わせをt検定によって比較した。全ての組み合わせについて、統計的有意差は認められなかった。

Fig.2 Comparison of sapling RHGR(Early period: 2002 and Late period: 2004) with or without mulching. The statistical difference was determined by Students' *t* test. In all groups, differences were not significant.

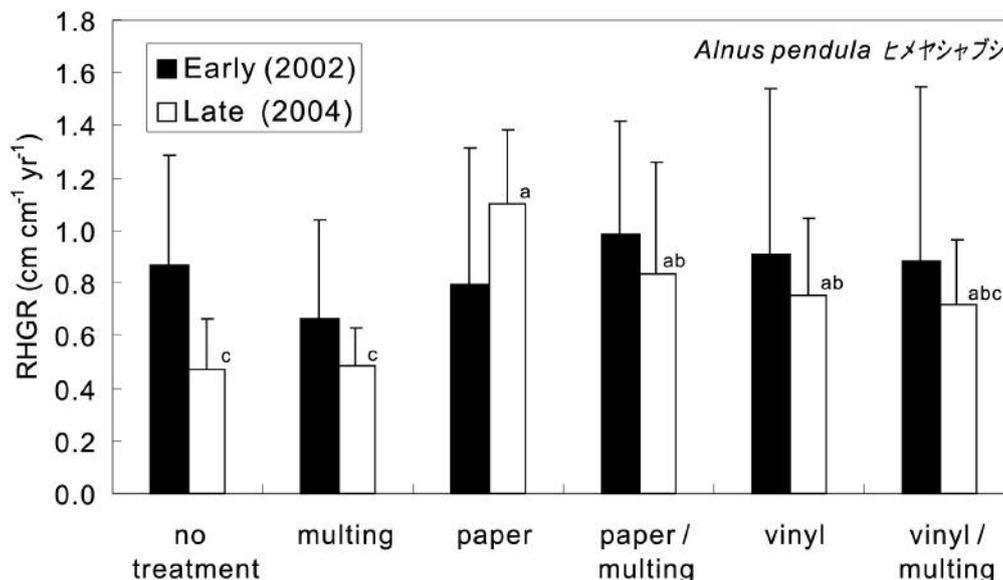


図-3 ヒメヤシャブシにおける植栽当年（2002年）と3生育期目（2004年）の相対樹高成長率（RHGR）の育苗方法の違い，マルチの有無による比較。それぞれの年について一元配置分散分析（ANOVA）によって全体の群間の差を確認し，有意だった場合にScheffeの多重比較を行った（ $p < 0.05$ ）。同じアルファベットは統計的有意差がないことを表す。

Fig.3 Sapling RHGR(Early period: 2002 and Late period: 2004) of *A. pendula*. When the one-way ANOVA was significant, multiple comparisons between groups were made by Scheffes' test ($p < 0.05$). Values followed by the same letter are not significantly different.

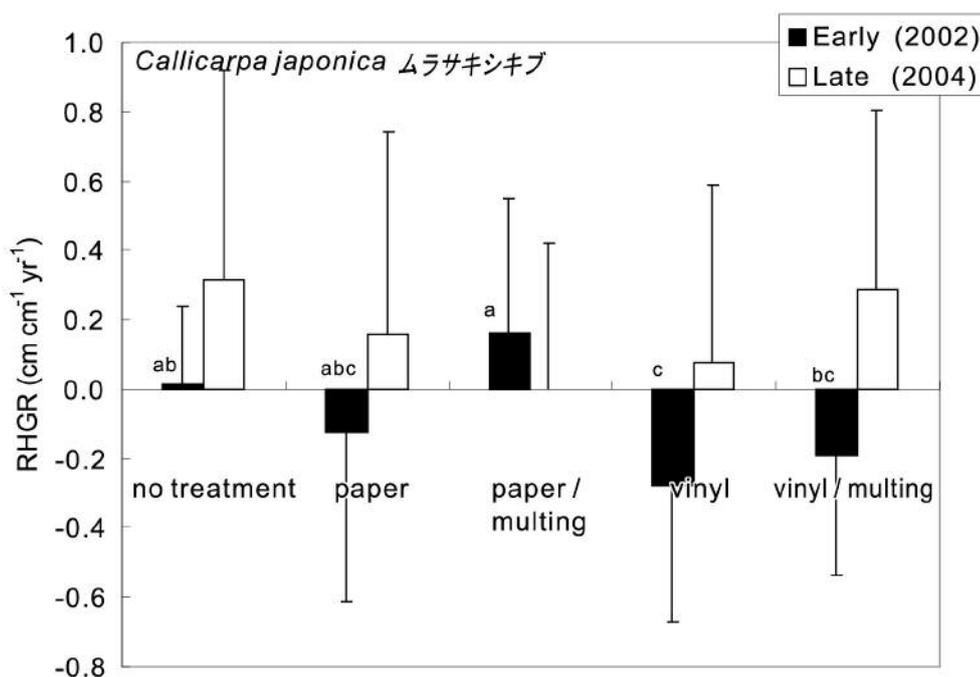


図-4 ムラサキシキブにおける植栽当年（2002年）と3生育期目（2004年）の相対樹高成長率（RHGR）の育苗方法の違い，マルチの有無による比較。それぞれの年について一元配置分散分析（ANOVA）によって全体の群間の差を確認し，有意だった場合にScheffeの多重比較を行った（ $p < 0.05$ ）。同じアルファベットは統計的有意差がないことを表す。

Fig.4 Sapling RHGR(Early period: 2002 and Late period: 2004) of *C. japonica*. When the one-way ANOVA was significant, multiple comparisons between groups were made by Scheffes' test ($p < 0.05$). Values followed by the same letter are not significantly different.

表-3 ヒメヤシャブシにおける育苗方法の違い・マルチの有無による植栽から3生育期目の生残本数, 死亡本数。全ての組み合わせについてFisherの正確確率検定を行ったところ, 紙ポット・紙ポットマルチングとその他全ての処理との間に5%確率で有意差が認められた。

Table.3 Number of survival and dead saplings of *A.pendula* planting after 3 years. Differences were tested by Fisher's exact test ($p < 0.05$)

処理	生残数	死亡数
Treatment	Survival	Dead
裸苗	33	27
裸苗・マルチ有り	21	8
紙ポット	3*	56
紙ポット・マルチ有り	5*	25
ビニルポット	41	19
ビニルポット・マルチ有り	21	9

* significantly different at $p < 0.05$.

ヒメヤシャブシについて, 全ての処理について生残本数割合を比較したところ(表-3), 紙ポットの生残本数割合が最も低く, 紙ポットにマルチを施したものがそれに次いだ。どの育苗方法でも, マルチを施すと生残本数割合が若干良くなる傾向が見られたが, 紙ポット苗・紙ポット苗マルチングとその他全ての処理との間にのみ有意差が認められた。

同様にヒメヤシャブシの初期RHGRと後期RHGRについてもそれぞれ処理間で比較した(図-3)。初期RHGRに差はなく($F = 0.855$, $p = 0.513$), 後期RHGRで裸苗・裸苗マルチングと紙ポット苗との間にのみ有意差が認められた($F = 9.06$, $p < 0.001$)。

ムラサキシキブについても各処理間の生残本数割合とRHGRを比較した。ヒメヤシャブシと同様, 紙ポット苗の生残本数割合が最も低かったが正確確率検定では有意ではなかった(表-4)。初期RHGRは処理間で大きく異なっており, 裸苗と紙ポット苗の差はなかったが, ビニルポット苗の値がマルチの有無に関わらず負の値を示し, 植栽直後の枯れ下がりが顕著であったことが伺えた($F = 7.202$, $p < 0.001$)。しかしその後回復し, 後期RHGRは処理間で差は認められなかった(図-4, $F = 1.893$, $p = 0.114$)。

ここまでの結果で, 育苗方法の違いでみると, これまで比較した樹種では紙ポット苗の生残本数・RHGRが有意に低い, もしくは低い傾向があったが, 裸苗とビニルポット苗の間ではほとんど差が見られなかつ

表-4 ムラサキシキブにおける育苗方法の違い・マルチの有無による植栽から3生育期目の生残本数, 死亡本数。全ての組み合わせについてFisherの正確確率検定を行ったが, 有意差は認められなかった。

Table.4 Number of survival and dead saplings of *C.japonica* planting after 3 years. Differences were tested by Fisher's exact test ($p < 0.05$), however, the difference were not significant.

処理	生残数	死亡数
Treatment	Survival	Dead
裸苗	26	4
紙ポット	28	31
紙ポット・マルチ有り	24	6
ビニルポット	58	2
ビニルポット・マルチ有り	30	0

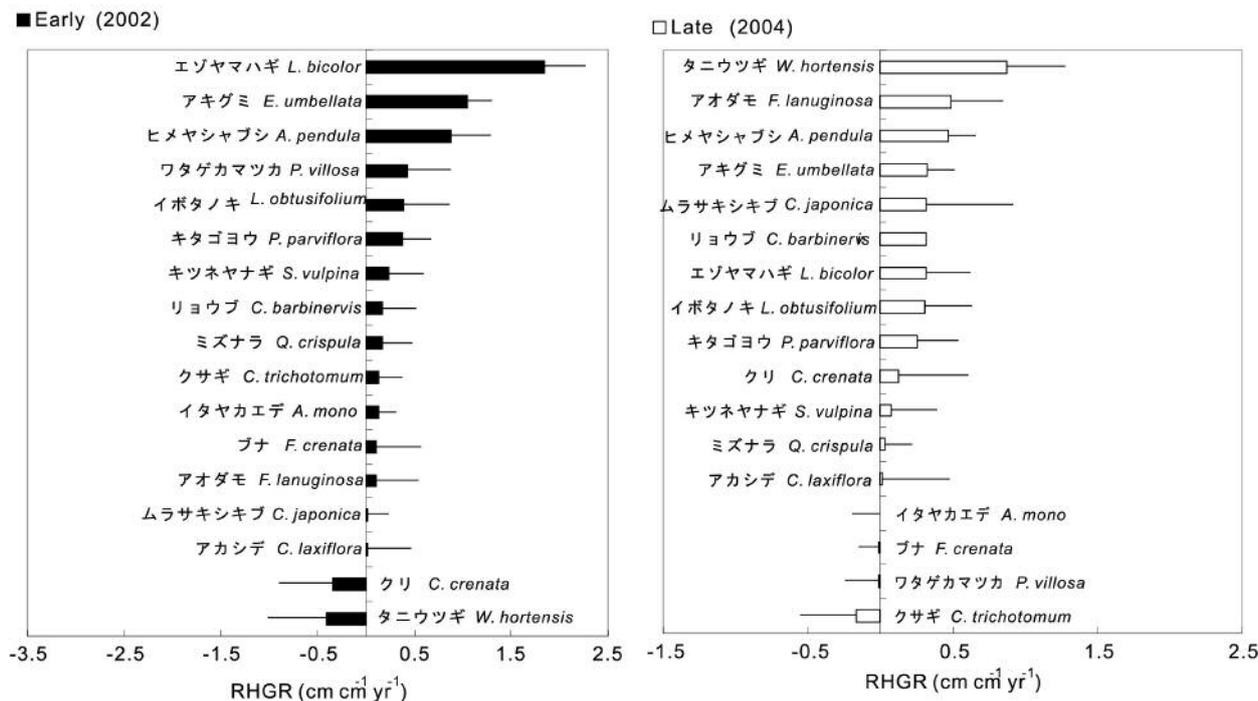


図-5 道産木本17種の植栽当年(左:2002年)・3生育期目(右:2004年)の相対樹高成長率(RHGR)。
Fig.5 Sapling RHGR of Early period(left) and of Late period(right).

たこと、またマルチの有無は生残本数・RHGRにほとんど影響していなかったことから、今回試験に用いた17種全てについて、裸苗処理があるものはそのデータを、ないものはビニルポット苗のデータを裸苗に準ずるものと仮定して用い、RHGR(図-5)について比較することにした。

初期RHGRが0.5以上と比較的高かった樹種としては、エゾヤマハギ(1.84)、アキグミ(1.05)、ヒメヤシャブシ(0.87)の窒素固定木が挙げられ、それらに次ぐものはワタゲカマツカ(0.43)、イボタノキ(0.38)、キタゴヨウ(0.38)であった。後期RHGRが0.5以上の樹種は、タニウツギ(0.87)のみで、ヒメヤシャブシ(0.48)、ムラサキシキブ(0.47)がそれに近い値を示した。一方、クリ(-0.35)、タニウツギ(-0.40)は初期RHGRが負の値を示したが、後期RHGRは正に転じた(それぞれ0.12, 0.87)。逆に後期RHGRが負に転じたものは、イタヤカエデ(-0.001)、ブナ(-0.008)、ワタゲカマツカ(-0.014)、クサギ(-0.166)であった。

考 察

法面植栽に適した苗木のつくりかたとマルチの効果

今回の試験では、紙ポット苗の生残本数割合が目立って低かった。紙ポットは個々の苗木が地上・地下部ともに小さくコンパクトに育成でき、急斜面への運搬効率が3タイプのなかで最も優れていたため、法面緑化への活用が期待されていたが、結果としては、植栽の確実性という点で裸苗・ビニルポット苗に劣る結果となった。法面植栽では、乾燥および草本との競争が苗木の生残を左右すると予想されるが、マルチの有無がほとんど影響しなかったという結果にも反映されているように、今回の試験地は、植栽前に吹き付けた草本ですら夏期の乾燥でほとんど枯死するという厳しい環境だった。初期サイズが小さい紙ポット苗では、施工時および植栽後、いずれの時期においても、少ない水分を充分利用できるほどには根系が発達しておらず枯死を促進した可能性が高い。紙ポット苗は、それでもマルチを施すと若干だが生残率の改善が見られており、マルチが乾燥の抑制に機能したためと考えられる。いずれにしても、苗木の根系の

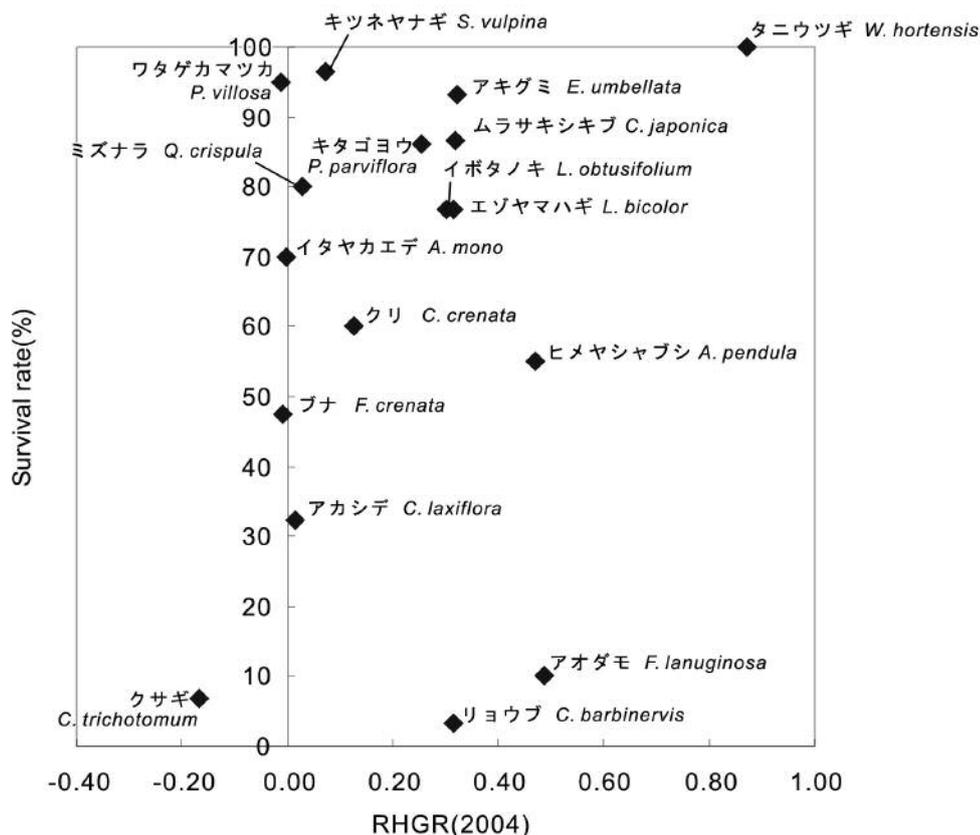


図-6 道産木本17種の3生育期目の生残率 (Survival rate) と後期相対樹高成長率 (RHGR 2004) の関係。

Fig.6 Relationships between sapling survival rate and RHGR(early) planting after 3 years.

発達程度や、乾燥に対する耐性が活着を左右するといえ、1年生苗木程度のサイズであれば、苗畑もしくはビニルポット育成が望ましいと考えられた。

郷土樹種適用の可能性

まず生残率という観点から見ると、試験に用いた17種のうち10種が生残率70%という良好な経過を示し(付表参照)、このうち道南自生種としてワタゲカマツカ、ムラサキシキブ、カタゴヨウの3種、肥料木以外の樹種としてタニウツギ、キツネヤナギ、ミズナラ、イボタノキ、イタヤカエデの5種が確認され、いずれも法面緑化の材料として将来的な可能性が示唆された。肥料木のアキグミ・エゾヤマハギも高い生残率を示したが、ヒメヤシャブシは55%と半分強に留まり、旺盛な成長量の割に活着があまり良くないことがわかった。花崗岩母材の裸地(滋賀県田上山山系)における山腹植栽工の事例でも同様に、ヒメヤシャブシはRHGRが高く(0.93)生残率が低い(31.7%)樹種と報告されており(Ishimaru et al. 2005)、樹種特性として有する初期成長の速さからみて、蒸散量と可給水分量とが釣りあわなかったためではないかと考察されている。

初期RHGRよりも後期RHGRが高くなったのは17種のうち6種のみ(タニウツギ、アオダモ、ムラサキシキブ、リョウブ、クリ、アカシデ)で、ほとんどの樹種は低下もしくは横ばいであった。後期RHGRが改善されたもののうちタニウツギ、ムラサキシキブ、クリの3種は、植栽初期に地上部が枯死したものの翌春には地際から萌芽した個体がほとんどで、少ない土壌水分量に対して、樹体維持のためのコストを下げ生存を図るという反応であると考えられた。こうした樹種と同様に、RHGRが横ばいの樹種(イボタノキ、キツネヤナギ、カタゴヨウ、ミズナラなど)も、類似した生存戦略を持っていると考えられる。

法面緑化の活着をどのように評価するか

今回行った植栽試験では、生残率の高低に関わらず2年目の秋以降は死亡個体数が頭打ちの傾向を示しており、植栽から3年間でほぼ初期定着の成否を評価できると考えられた。試験に用いた17種の生残率(3生育期目)と後期RHGRをプロットしてみると(図-6)、生残率が50%を切り、RHGRも負の値を示したクサギなどは、今回のような特に環境の厳しい斜面への適応能力が低い樹種といえ、法面緑化には適していない樹種と判断される。生残率75%以上、後期RHGR0.2以上の樹種は法面緑化への適用が充分期待でき、本試験ではムラサキシキブ、キタゴヨウといった北海道南部の郷土樹種の可能性が確認できたと考えている。一方、急斜面という立地を考えればグランドカバーとしての機能も重要と考えられるが、多幹になりやすいムラサキシキブ、タニウツギ、ヒメヤシャブシ、エゾヤマハギ、アキグミなどは、植栽から3生育期目で既に苗間を埋めるほどになっており、樹高と同程度かむしろそれ以上に樹冠の広がりが出てきている。RHGRが低くとも生残率が80%以上という高い活着を示したワタゲカマツカ、キツネヤナギ、ミズナラは、植栽3年目の時点でまだ樹冠の広がり小さいが、これらも上記の樹種に加えて緑化材料として大いに期待できる樹種であろう。リョウブ、アオダモは自生地では山腹急斜面にも多く見られ、今回の試験でも生残した苗木は後期RHGRが増加するという結果を示したが、生残本数がきわめて少なく、緑化の確実性という点では課題が残された。

このように3年後生残率と後期RHGRの関係を見ることにより、法面緑化の成否を判断できる可能性があるが、こうした評価を他の地域で、またより多くの樹種で行い、判断方法としての妥当性を検証していく必要もあるだろう。

引用文献

- 福田尚人 (2007) 北海道の自生種導入事例と今後の課題. 日緑工誌32: 415-420.
- Ishimaru, K., Tokuchi, N., Osawa, N., Kawamura, K., and Takeda, H. (2005) Behavior of four broad-leaved tree species used to revegetate eroded granite hill slopes. J For. Res. 10:27-34.
- 小林達明 (2006) 外来生物対策小委員会・特定外来生物等分類群専門家グループ会合(植物)での検討経緯と主な論点. 日緑工誌31: 360-363.
- 中山和雄・斎藤与司二・吉永 剛・恒川明伸・西原義治・等々力敏樹 (2005) 生物多様性の高い森林復元を目指した地域性自主生産苗木の導入について(その2). 日緑工誌31: 179-182.
- 日本緑化工学会 (2002) 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言. 日緑工誌27: 481-491.
- 小畑秀弘 (2006) 表土シードバンクを吹付けに活用した施工事例(IV) - 植生のり枠と植生マットによる侵入種の捕捉試験結果 - . 日緑工誌32: 361-364.
- 斎藤与司二・上条勝彦・中山和雄・等々力敏樹 (2007) 寒冷地における地域性系統緑化手法の導入と課題. 日緑工誌32: 421-424.
- 佐藤孝夫 (1990) 北海道樹木図鑑. 303p. 亜璃西社, 札幌.
- 斜面緑化研究部会 (2004) のり面における自然回復緑化の基本的な考え方のとりまとめ. 日緑工誌29: 509-520.
- 谷中保男・大槻哲也・斎藤与司二・中山和雄・西原義治 (2004) 生物多様性の高い森林復元を目指した地域性自主生産苗木の導入について. 日緑工誌30: 239-242.
- 吉田 寛・森本幸裕 (2005) 法面緑化における中国産コマツナギと常緑広葉樹の混播効果に関する研究. 日緑工誌31: 269-277.

付表 植栽試験の樹種ごと、処理ごとの樹高 (SD)・生残数 (生残率%) の経過
 Appendix. Mean sapling height (SD) and number of saplings (survival rate%) of each species, treatment in each survey period.

樹種 Species	処理 Treatment	平均樹高 cm (SD)						生残本数 (生残率%)					
		2002年		2003年		2004年		2002年		2003年		2004年	
		植栽時 May-02	Mean Height cm (SD)	植栽時 May-02	Mean Height cm (SD)	植栽時 May-02	Mean Height cm (SD)	植栽時 May-02	Number of saplings (survival rate %)	植栽時 May-02	Number of saplings (survival rate %)	植栽時 May-02	Number of saplings (survival rate %)
ブナ <i>F. crenata</i>	no	26.1 (10.1)	30.9 (11.3)	35.8 (11.8)	36.8 (10.4)	59 (100.0)	39 (66.1)	29 (49.2)	28 (47.5)				
	paper	8.1 (5.2)	10.4 (2.2)	13.9 (2.5)	21.5 (8.3)	59 (100.0)	11 (18.6)	3 (5.1)	2 (3.4)				
	paper/multing	7.0 (5.2)	8.0 (2.1)	12.4 (2.5)	17.0 (8.3)	30 (100.0)	21 (70.0)	2 (6.7)	1 (3.3)				
イタヤカエデ <i>A. mono</i>	no	36.6 (10.2)	39.6 (10.5)	41.4 (10.7)	41.3 (10.8)	30 (100.0)	21 (70.0)	21 (70.0)	21 (70.0)				
	no	13.5 (5.4)	16.1 (6.1)	20.9 (6.9)	21.8 (7.3)	30 (100.0)	29 (96.7)	25 (83.3)	24 (80.0)				
	vinyl	22.8 (4.2)	21.3 (5.3)	23.1 (7.5)	23.0 (7.3)	30 (100.0)	30 (100.0)	28 (93.3)	28 (93.3)				
クリ <i>C. crenata</i>	vinyl	28.9 (5.6)	21.8 (9.9)	20.3 (9.8)	23.1 (10.4)	60 (100.0)	43 (71.7)	42 (70.0)	36 (60.0)				
	no	21.2 (7.3)	23.3 (7.3)	26.0 (8.2)	26.8 (8.9)	59 (100.0)	37 (62.7)	21 (35.6)	19 (32.2)				
	no	21.0 (6.7)	24.3 (6.7)	27.5 (7.9)	29.6 (8.4)	28 (100.0)	27 (96.4)	27 (96.4)	27 (96.4)				
キツネヤナギ <i>S. vulpina</i>	no/multing	4.1 (0.8)	6.0 (1.4)	9.2 (2.6)	12.5 (5.3)	29 (100.0)	25 (86.2)	25 (86.2)	25 (86.2)				
	no	18.2 (8.3)	27.5 (10.4)	33.2 (10.9)	33.0 (11.1)	60 (100.0)	57 (95.0)	57 (95.0)	57 (95.0)				
	no	3.5 (1.2)	6.0 (1.5)	8.1 (3.1)	13.7	29 (100.0)	6 (20.7)	4 (13.8)	1 (3.4)				
リョウブ <i>C. barbinervis</i>	no/multing	4.2 (1.2)	4.5 (1.1)	6.0 (2.1)	7.4 (3.6)	30 (100.0)	10 (33.3)	8 (26.7)	7 (23.3)				
	no	2.9 (0.9)	3.6 (1.6)	6.7 (2.3)	12.6 (10.5)	30 (100.0)	6 (20.0)	8 (26.7)	3 (10.0)				
	no/multing	3.1 (0.7)	3.8 (0.9)	7.3 (3.2)	10.6 (3.7)	29 (100.0)	16 (55.2)	9 (31.0)	7 (24.1)				
アオダモ <i>F. lanuginosa</i>	no	15.8 (6.6)	39.2 (10.7)	74.5 (21.9)	116.1 (21.8)	60 (100.0)	34 (56.7)	33 (55.0)	33 (55.0)				
	no/multing	18.0 (10.3)	35.2 (2.4)	75.8 (21.8)	121.8 (26.9)	29 (100.0)	21 (72.4)	21 (72.4)	21 (72.4)				
	paper	3.4 (1.2)	9.2 (3.7)	28.8 (15.6)	81.4 (28.0)	59 (100.0)	8 (13.6)	3 (5.1)	3 (5.1)				
ヒメヤナブシ <i>A. pendula</i>	paper/multing	2.5 (0.7)	8.5 (3.5)	23.6 (10.3)	62.0 (37.1)	30 (100.0)	9 (30.0)	5 (16.7)	5 (16.7)				
	vinyl	8.8 (4.0)	24.2 (16.7)	49.8 (25.9)	96.3 (33.1)	60 (100.0)	43 (71.7)	40 (66.7)	41 (68.3)				
	vinyl/multing	7.9 (3.7)	21.3 (12.4)	49.1 (14.6)	103.3 (19.5)	30 (100.0)	27 (90.0)	13 (43.3)	21 (70.0)				
タニウツギ <i>W. hortensis</i>	vinyl/multing	20.5 (5.8)	16.1 (16.9)	14.3 (5.7)	34.2 (15.1)	30 (100.0)	30 (100.0)	29 (96.7)	30 (100.0)				
	paper/multing	2.3 (0.8)	4.4 (1.6)	5.7 (2.3)	16.3 (8.0)	30 (100.0)	24 (80.0)	21 (70.0)	21 (70.0)				
	vinyl/multing	8.0 (2.8)	12.5 (3.7)	13.4 (5.3)	20.2 (7.5)	30 (100.0)	25 (83.3)	27 (90.0)	23 (76.7)				
イボタノキ <i>L. obtusifolium</i>	paper/multing	7.3 (1.7)	6.8 (1.9)	9.3 (2.2)	9.7 (2.9)	30 (100.0)	25 (83.3)	21 (70.0)	22 (73.3)				
	no	19.1 (8.1)	20.2 (7.9)	15.4 (7.2)	24.4 (14.2)	30 (100.0)	26 (86.7)	28 (93.3)	26 (86.7)				
	paper	7.6 (2.3)	7.7 (3.4)	4.1 (2.3)	5.2 (4.2)	59 (100.0)	41 (69.5)	31 (52.5)	28 (47.5)				
ムラサキシキブ <i>C. japonica</i>	paper/multing	6.3 (2.0)	7.7 (2.6)	6.9 (3.2)	7.1 (2.6)	30 (100.0)	28 (93.3)	24 (80.0)	24 (80.0)				
	vinyl	18.7 (4.1)	14.8 (5.1)	14.2 (6.9)	16.0 (7.6)	60 (100.0)	60 (100.0)	59 (98.3)	58 (96.7)				
	vinyl/multing	18.0 (4.0)	15.2 (4.8)	12.2 (4.5)	15.9 (6.6)	30 (100.0)	30 (100.0)	30 (100.0)	30 (100.0)				
クサギ <i>C. trichotomum</i>	vinyl/multing	5.1 (1.2)	5.9 (1.5)	5.2 (3.3)	7.5 (4.2)	30 (100.0)	30 (100.0)	7 (23.3)	2 (6.7)				
	paper	24.7 (6.7)	57.9 (23.7)	117.0 (39.1)	144.1 (40.9)	30 (100.0)	28 (93.3)	26 (86.7)	26 (86.7)				
	paper/multing	20.9 (7.5)	56.3 (18.2)	110.0 (34.2)	143.7 (43.4)	30 (100.0)	28 (93.3)	26 (86.7)	27 (90.0)				
エゾヤマハギ <i>L. bicolor</i>	vinyl	9.5 (2.2)	62.1 (20.7)	119.1 (43.9)	150.7 (38.2)	30 (100.0)	27 (90.0)	24 (80.0)	23 (76.7)				
	vinyl/multing	8.8 (2.1)	59.1 (20.1)	118.6 (39.9)	149.2 (33.2)	30 (100.0)	27 (90.0)	24 (80.0)	22 (73.3)				
	vinyl	22.0 (4.5)	63.4 (15.1)	148.6 (38.5)	197.5 (39.0)	30 (100.0)	30 (100.0)	30 (100.0)	28 (93.3)				
アキグミ <i>E. umbellata</i>	vinyl/multing	18.5 (3.4)	47.1 (17.5)	122.1 (34.2)	172.2 (36.1)	30 (100.0)	30 (100.0)	30 (100.0)	30 (100.0)				